



Penerapan pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) Dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan hasil belajar siswa pada materi gaya, kerapatan, dan tekanan

Shinta Aulia Permata Dewi, Firmanul Catur Wibowo, Esmar Budi

Artikel ini telah dipresentasikan pada kegiatan Seminar Nasional Fisika (Sinafi 9.0)

Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, Indonesia

23 September 2023

ABSTRACT

In the 21st century, rapid scientific and technological advancements have led to increased integration of knowledge. The fourth industrial revolution has emphasized the need for creative and critical thinking in education. To foster critical thinking, the independent learning curriculum has been implemented. However, many students, particularly in physics classes at SMA Negeri 50 Jakarta, lack critical thinking skills, resulting in low learning outcomes below the minimum passing grade (KKM). To address this, the STEM approach was adopted to enhance critical thinking and learning outcomes. The research's focus was to introduce STEM at SMA Negeri 50 Jakarta, aiming to investigate the impact of the STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) approach on improving critical thinking and learning outcomes in the context of the Force, Density, and Pressure subject at the high school level. This quantitative study's objective was to empirically assess how the implementation of the STEM approach influenced students' critical thinking skills and learning outcomes in the subject. The research considered independent and dependent variables, with critical thinking ability as the dependent variable and the STEM teaching approach as the independent variable. The research design chosen was the Nonequivalent Pretest-Posttest Control Group Design, intending to observe the enhancement of critical thinking skills in the experimental group through STEM teaching. Initial data were derived from Grade XI students' final examination scores at SMA Negeri 50 Jakarta in the academic year 2022/2023. The study employed pretest and posttest scores as data collection tools, utilizing descriptive questions related to critical thinking indicators. By analyzing the difference between pretest and posttest scores and calculating the normalized gain, the study aimed to determine the improvement in critical thinking abilities in both classes.

Keywords: STEM · critical thinking · Learning outcomes · *Force, Density, and Pressure subject*

PENDAHULUAN

Abad 21 mengalami perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang begitu pesat. Salah satu ciri yang menonjol pada abad 21 adalah semakin bertautnya dunia ilmu pengetahuan, sehingga sinergi di antaranya menjadi semakin cepat (Koyunlu, 2022). Era revolusi industri 4.0 yang menekankan ekonomi digital, artificial intelligence, big data dan robotika, mensyaratkan dunia pendidikan untuk kreatif, berpikir kritis, menguasai keterampilan teknologi dan literasi

✉ Shinta Aulia Permata Dewi
shinta.aulia1501@gmail.com

Universitas Negeri Jakarta, Jakarta, Indonesia

How to Cite: Dewi, S, A, P., Wibowo, F, C., & Budi, E. (2020). Penerapan pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) Dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan hasil belajar siswa pada materi gaya, kerapatan, dan tekanan. *Prosiding Seminar Nasional Fisika*, 2(1), 501-508. <http://proceedings.upi.edu/index.php/sinafi>

digital (Surani, 2019). Untuk menyokong siswa dalam menghadapi revolusi industri 4.0, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi mencanangkan kurikulum merdeka belajar. Idealnya, proses pembelajaran berdasarkan kurikulum tersebut berfokus pada siswa, kontekstual, menyenangkan, dan menantang sehingga bisa meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi dan kreativitas siswa. Maka dari itu, pembelajaran tidak boleh terbatas pada proses penyampaian informasi dari guru kepada siswa saja melainkan harus ada keterlibatan aktif keterampilan berpikir selama kegiatan pembelajaran (Astuti, dkk., 2018). Salah satu keterampilan berpikir siswa yang mampu membangun pemahaman konsep pembelajaran adalah berpikir kritis.

Indarwati, dkk. (2021) menyatakan STEM adalah meta-disiplin di tingkat sekolah dimana guru sains, teknologi, teknik, dan matematika mengajar pendekatan terpadu dan masing-masing materi disiplin tidak dibagi-bagi tapi ditangani dan diperlakukan sebagai satu kesatuan yang dinamis. Terdapat beberapa fase tahapan pendekatan STEM. Fase tersebut terdiri dari orientasi, aspresepsi, reflection (refleksi), research (penelitian), discovery (penemuan), application (penerapan), communication (komunikasi), dan penutup.

Menurut Ardianto (2019) dalam konteks pendidikan dasar dan menengah, pendidikan STEM bertujuan mengembangkan peserta didik untuk memiliki pengetahuan, sikap, dan keterampilan untuk mengidentifikasi pertanyaan dan masalah dalam situasi di kehidupannya, menjelaskan fenomena alam, mendesain, serta menarik kesimpulan bukti mengenai isu-isu terkait STEM, memahami karakteristik khusus disiplin STEM sebagai bentuk-bentuk pengetahuan, penyelidikan, dan desain yang digagas manusia, memiliki kesadaran bagaimana disiplin-disiplin STEM membentuk lingkungan material, intelektual, dan kultural, memiliki keinginan untuk terlibat dalam kajian-kajian ilmu terkait STEM (misalnya efisiensi energi, kualitas lingkungan, keterbatasan sumber daya alam) sebagai warga negara yang konstruktif, peduli dan reflektif menggunakan gagasan-gagasan sains, teknologi, rekayasa, dan matematik.

Berpikir kritis adalah salah satu kompetensi pendidikan tertinggi, biasanya didefinisikan sebagai bentuk pemikiran reflektif yang masuk akal yang menitik beratkan pada keputusan apa yang harus dipercaya atau dilakukan (Marin, 2020). Berpikir kritis dapat dipahami sebagai keterampilan pemecahan masalah. Berpikir kritis bergantung pada banyak keterampilan kognitif seperti penalaran, pengetahuan, pemecahan masalah dan pengambilan keputusan. Berpikir kritis bukan hanya tentang menjadi logis dalam penilaian praktis seseorang atau sampai pada jawaban yang benar, tetapi tentang berhati-hati, mempertimbangkan berbagai aspek sebanyak mungkin. sementara juga peka terhadap bias kognitif sendiri (Pasquinelli, dkk., 2021). Berpikir kritis memiliki beberapa indikator seperti melakukan klarifikasi dasar pada suatu masalah, mengumpulkan informasi dasar, membuat inferensi, melakukan klarifikasi lanjut, dan membuat dan mengkomunikasikan kesimpulan yang terbaik (Marin, 2020). Indikator inilah yang harus dipenuhi untuk siswa bisa meningkatkan kemampuan berpikir kritisnya.

Menurut Supit (2023) hasil belajar adalah kemampuan-kemampuan yang dimiliki siswa setelah menerima pengalaman belajarnya. Hasil belajar adalah perubahan yang mengakibatkan manusia berubah dalam sikap dan tingkah lakunya, aspek perubahan itu mengacu pada taksonomi tujuan pengajaran yang meliputi aspek kognitif, afektif, dan psikomotorik. Sutrisno (2020) menyatakan dalam bukunya bahwa hasil belajar yang sering disebut dengan istilah scholastic achievement atau academic achievement adalah seluruh kecakapan dan hasil yang

dicapai melalui proses belajar mengajar di sekolah yang dinyatakan dengan angka-angka atau nilai-nilai berdasarkan tes hasil belajar. Kumpas (2018) menyatakan bahwa hasil belajar juga merupakan laporan mengenai apa yang telah diperoleh siswa dalam proses pembelajaran, sebagai cerminan dari kompetensi siswa. Hasil belajar adalah pola-pola perbuatan, nilai-nilai, pengertian-pengertian, sikap-sikap, apresiasi, dan keterampilan.

Salah satu upaya yang dirasa cocok untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan hasil belajar siswa adalah dengan menerapkan pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics). teknologi, teknik, dan matematika (Kusumaningtyas, dkk., 2020). Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sekaligus mencoba menerapkan STEM untuk apakah berpengaruh dalam meningkatkan hasil belajar dan kemampuan berpikir kritis siswa sekolah menengah atas khususnya pada siswa SMA Negeri 50 Jakarta dalam pembelajaran Fisika. Penelitian ini akan membahas tentang penerapan STEM untuk meningkatkan hasil belajar dan kemampuan berpikir kritis siswa. Judul penelitian ini adalah “Penerapan Pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis dan Hasil Belajar Siswa pada Materi Gaya, Kerapatan, dan Tekanan”

METODE

Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat pengaruh terhadap peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa SMA Negeri 50 Jakarta antara yang belajar fisika materi gaya, kerapatan dan tekanan dengan menggunakan pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) dengan siswa yang belajar fisika materi gaya, kerapatan dan tekanan dengan pendekatan pembelajaran konvensional (*expository*).

Penelitian ini dilakukan di SMA Negeri 50 Jakarta pada kelas kelas XI (Fase F). Waktu penelitian dilaksanakan pada semester ganjil tahun ajaran 2023/2024 pada bulan Agustus 2023.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian eksperimen semu atau quasi eksperimen. Metode ini digunakan karena peneliti tidak mungkin melakukan pengontrolan penuh terhadap variabel yang mempengaruhi pelaksanaan eksperimen (Sugiyono, 2019). Penelitian ini terdiri dari satu variabel bebas yaitu pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) dan satu variabel terikat yaitu kemampuan berpikir kritis siswa dan hasil belajar fisika siswa pada materi gaya, kerapatan dan tekanan.

Penelitian ini menggunakan dua kelas dimana kelas pertama sebagai kelas eksperimen yang diberi perlakuan penerapan pendekatan pembelajaran STEM dan kelas kedua sebagai kelas kontrol yang hanya menggunakan pendekatan pembelajaran konvensional yaitu pendekatan pembelajaran *expository*. Penelitian ini memiliki variabel bebas dan variabel terikat. Variabel terikatnya adalah kemampuan berpikir kritis siswa, sedangkan variabel bebasnya adalah pendekatan pembelajaran STEM. Desain penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah Nonequivalent Pretest-Posttest Control Group Design atau Desain Kelompok Pretes-Postes. Pemilihan desain penelitian ini bertujuan untuk melihat peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa dengan diterapkannya pendekatan pembelajaran STEM terhadap kelas eksperimen. Berikut adalah desain penelitian yang akan digunakan (Lestari, 2018):

Tabel 1. Desain Penelitian Nonequivalent Pretest-Posttest Control Group Design

Kelas	Pretest	Perlakuan	Posttest	Selisih
$E_{(R)}$	$O_{1(E)}$	T	$O_{2(E)}$	$d_1 = O_{2(E)} - O_{1(E)}$
$K_{(R)}$	$O_{1(K)}$	-	$O_{2(K)}$	$d_2 = O_{2(K)} - O_{1(K)}$

Keterangan: $E_{(R)}$: Kelas eksperimen dengan pendekatan pembelajaran STEM; $K_{(R)}$: Kelas kontrol dengan pendekatan pembelajaran expository; T : Pembelajaran fisika materi gaya, kerapatan, dan tekanan dengan pendekatan pembelajaran STEM; $O_{1(E)}$: Kemampuan berpikir kritis siswa kelas eksperimen sebelum diberikan perlakuan dengan pendekatan pembelajaran STEM; $O_{1(K)}$: Kemampuan berpikir kritis siswa kelas kontrol sebelum diberikan perlakuan dengan pendekatan pembelajaran expository; $O_{2(E)}$: Kemampuan berpikir kritis siswa setelah diberikan perlakuan dengan pendekatan pembelajaran STEM; $O_{2(K)}$: Kemampuan berpikir kritis siswa setelah diberikan perlakuan dengan pendekatan pembelajaran expository; d_1 : selisih hasil pretest dan posttest kelas eksperimen; dan d_2 : selisih hasil pretest dan posttest kelas kontrol.

Teknik pengumpulan data akhir dalam penelitian ini berupa hasil nilai pretest dan posttest dalam bentuk soal uraian sesuai dengan indikator kemampuan berpikir kritis siswa. Kemudian dilihat kembali selisih nilai pretest dan posttest dari kedua kelas, lalu dihitung gain ternormalisasinya. Langkah pengumpulan data ini dimaksudkan untuk mengetahui apakah ada peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa pada kedua kelas.

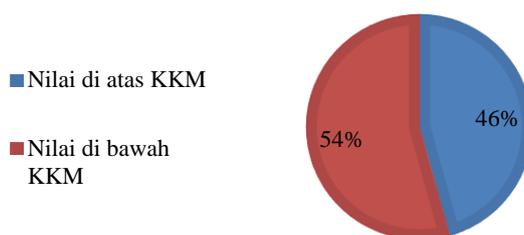
Hasil analisis instrumen selisih pretest-posttest dan gain ternormalisasi ini dijadikan dasar dalam pengujian hipotesis. Selanjutnya dilakukan pengujian normalitas dari data selisih pretest-posttest kelas eksperimen dan kontrol untuk mengetahui apakah selisih pretest-posttest kedua kelas berdistribusi normal atau tidak. Selanjutnya dilakukan uji t berpasangan untuk data selisih pretest-posttest kedua kelas.

Sedangkan untuk data gain ternormalisasi dilakukan uji normalitas dengan maksud mengetahui apakah kedua sampel tersebut berdistribusi normal atau tidak. Selanjutnya dilakukan uji homogenitas pada data gain ternormalisasi kedua kelas tersebut untuk mengetahui apakah kedua kelas bersifat homogen atau tidak. Setelah itu jika kedua kelas telah diuji normalitas dan homogenitasnya, selanjutnya barulah dilakukan uji hipotesis dengan menggunakan uji t jika kedua kelas homogen dan t' jika kedua kelas tidak homogen.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Fakta yang ditemukan pada hasil penilaian akhir tahun siswa di SMA Negeri 50 Jakarta, masih banyak siswa yang kurang terasah kemampuan berpikir kritisnya. Berdasarkan hasil observasi, terlihat dalam pembelajaran fisika SMA Negeri 50 Jakarta kelas XI (Fase F) masih berpusat pada guru. Guru aktif menjelaskan secara verbal dan terlalu mendominasi kelas. Siswa menjadi pasif dalam pembelajaran.



Gambar 1. Diagram hasil Penilaian Akhir Tahun Mata Pelajaran Fisika di Salah Satu Kelas X SMAN 50 Jakarta

Hasil belajar berdasarkan penilaian akhir tahun masih tergolong rendah. Ini dibuktikan dari nilai rata-rata penilaian akhir tahun siswa salah satu kelas X (fase E) pada mata pelajaran fisika yaitu sebesar 63,86. Berdasarkan diagram di atas, dinyatakan bahwa sekitar 19 dari 35 siswa atau sekitar 54% siswa masih mendapat nilai di bawah KKM (KKM:70). Jumlah ini lebih dari separuh dari jumlah siswa pada kelas tersebut. Jumlah siswa yang mencapai nilai KKM hanya 16 dari 35 siswa atau sekitar 46%. Hal ini tentunya perlu diperhatikan apakah ada kekurangan dalam pembelajaran atau tidak. Maka dari itu perlu adanya perubahan dalam proses pembelajaran yang bisa meningkatkan keaktifan siswa di kelas agar pembelajaran lebih efektif dan bermakna bagi siswa.

Salah satu pendekatan pembelajaran yang dirasa mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis adalah pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics). STEM ini memiliki lima tahapan dalam pembelajaran yaitu reflection, research, discovery, application, dan communication. Pada tahap reflection, guru akan memberikan pemaparan materi dan siswa akan memberikan pertanyaan dan komentar yang kritis dengan sopan. Tahapan selanjutnya adalah research, yaitu siswa akan dibentuk kelompok dan berdiskusi untuk menemukan masalah secara kritis berdasarkan LKPD yang diberikan. Tahap berikutnya adalah discovery, dimana siswa mendesain rancangan yang telah didiskusikan, menuliskan semua ide/rencana dari setiap anggota kelompok, menggambarkan rancangannya sesuai panduannya yang terdapat dalam LKS, mengkonsultasikan rancangan percobaannya kepada guru dan memperbaiki rancangannya jika ada yang salah atau kurang. Tahap selanjutnya yaitu application, melakukan diskusi dalam kelompok untuk mengolah hasil uji coba dan membuat laporan. Tahapan terakhir adalah communication, di mana perwakilan kelompok mempresentasikan hasil kerja kelompoknya, kelompok yang lain memperhatikan dan menanggapi dengan memberikan masukan secara santun.

Pendekatan pembelajaran STEM ini diduga dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan hasil belajar siswa karena tahapannya dirasa mampu untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Berdasarkan hal ini, peneliti kemudian menyusun langkah-langkah pembelajaran yang sesuai dengan pendekatan pembelajaran STEM. Selain itu, peneliti menuliskan pula keterkaitan antara langkah-langkah pendekatan pembelajaran STEM dengan indikator dari kemampuan berpikir kritis sehingga dapat dipahami dengan lebih mudah keterkaitan antara tahapan pendekatan STEM dengan indikator kemampuan berpikir kritis.

Tabel 1. Keterkaitan Langkah-Langkah Pendekatan Pembelajaran STEM dengan Indikator Kemampuan Berpikir Kritis

NO	Fase tahapan pendekatan STEM	Sintaks Pendekatan STEM	Indikator kemampuan berpikir kritis
	Orientasi	Memaparkan tujuan awal pembelajaran yang akan dilakukan kepada peserta didik.	
	Apersepsi	Memberikan motivasi kepada peserta didik dengan memberi penjelasan tentang pentingnya mempelajari materi yang akan diajarkan	
	<i>Reflection</i> (Refleksi)	Peserta didik mengamati pemaparan materi yang dilakukan oleh guru kemudian peserta didik menanggapi dengan memberikan komentar secara kritis tetapi santun.	Memberikan penjelasan mendasar
	<i>Research</i> (Penelitian)	Membentuk kelompok yang anggotanya 5-6 orang. Memahami dan mempelajari lembar kerja yang diberikan.	Membangun keterampilan mendasar

NO	Fase tahapan pendekatan STEM	Sintaks Pendekatan STEM	Indikator kemampuan berpikir kritis
	<i>Discovery</i> (Penemuan)	Berdiskusi dalam kelompok dan menemukan masalah terkait dengan konsep yang sedang dipelajari. Peserta didik secara kelompok mendesain rancangan yang telah mereka diskusikan Peserta didik menuliskan semua ide/rencana dari setiap anggota kelompok Peserta didik menggambarkan rancangannya sesuai panduan yang terdapat dalam lembar kerja Peserta didik mengonsultasikan rancangan percobaannya kepada guru dan memperbaiki rancangannya jika ada yang salah atau kurang	Mengatur strategi dan taktik
	<i>Application</i> (Penerapan)	Peserta didik melakukan diskusi dalam kelompok untuk mengolah hasil uji coba dan membuat laporan Guru memonitor aktivitas yang penting dari peserta didik selama menyelesaikan proyek menggunakan rubrik yang telah disiapkan	Menyimpulkan
	<i>Communication</i> (komunikasi)	Perwakilan kelompok mempresentasikan hasil kerja kelompoknya, kelompok yang lain memperhatikan dan menanggapi dengan memberikan masukan secara santun Peserta didik membuat kesimpulan tentang materi yang diajarkan.	Memberikan penjelasan lebih lanjut
	Penutup	Guru memberikan apresiasi terhadap kegiatan yang sudah dilakukan, khususnya kepada kelompok yang sudah presentasi dan peserta didik yang aktif dalam kegiatan Guru melakukan refleksi terhadap kegiatan yang sudah dilaksanakan dengan menegaskan kembali kesimpulan	

Berdasarkan tabel tersebut dapat kita lihat bahwa pendekatan pembelajaran STEM dapat menuntut siswa untuk lebih aktif dalam proses pembelajaran karena siswa diminta untuk bekerja secara berkelompok. Selain itu dalam pendekatan pembelajaran STEM memiliki tahap-tahap yang dirasa mampu untuk memenuhi indikator keberhasilan dari kemampuan berpikir kritis siswa sehingga mampu meningkatkan hasil belajar siswa. Pendekatan pembelajaran STEM menuntun siswa untuk berpikir kritis untuk menyelesaikan permasalahan fisika yang disajikan sehingga diharapkan mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Penelitian ini masih terbatas karena masih dalam tahap pengambilan data. Perlu adanya tindak lanjut untuk mengkaji penelitian ini, sehingga masih belum ada hasil yang pasti dan terperinci.

SIMPULAN

Salah satu pendekatan pembelajaran yang dirasa mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis adalah pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics). STEM ini memiliki lima tahapan dalam pembelajaran yaitu *reflection*, *research*, *discovery*, *aplication*, dan *communication*. Pendekatan pembelajaran STEM ini diduga dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan hasil belajar siswa karena tahapannya dirasa mampu untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Berdasarkan hal ini, peneliti kemudian menyusun langkah-langkah pembelajaran yang sesuai dengan pendekatan pembelajaran STEM. Selain itu, peneliti menuliskan pula keterkaitan antara langkah-langkah pendekatan pembelajaran STEM dengan indikator dari kemampuan berpikir kritis sehingga dapat dipahami

dengan lebih mudah keterkaitan antara tahapan pendekatan STEM dengan indikator kemampuan berpikir kritis. Berdasarkan tabel tersebut dapat kita lihat bahwa pendekatan pembelajaran STEM dapat menuntut siswa untuk lebih aktif dalam proses pembelajaran karena siswa diminta untuk bekerja secara berkelompok. Selain itu dalam pendekatan pembelajaran STEM memiliki tahap-tahap yang dirasa mampu untuk memenuhi indikator keberhasilan dari kemampuan berpikir kritis siswa sehingga mampu meningkatkan hasil belajar siswa. Pendekatan pembelajaran STEM menuntun siswa untuk berpikir kritis untuk menyelesaikan permasalahan fisika yang disajikan sehingga diharapkan mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardianto, D., Firman, H., Permanasari, A., & Ramalis, T. R. (2019, April). What is Science, Technology, Engineering, Mathematics (STEM) Literacy?. In *3rd Asian Education Symposium (AES 2018)* (pp. 381-384). Atlantis Press.
- Astuti, A., Waluya, S. B., & Asikin, M. (2019). Strategi pembelajaran dalam menghadapi tantangan era revolusi industri 4.0. In *Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana (PROSNAMPAS)* (Vol. 2, No. 1, pp. 469-473).
- Hamidah, H., Leny, L., & Hamid, A. (2021). Analisis Berpikir Kritis dan Hasil Belajar pada Model Project Based Learning dengan Pendekatan Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Materi Sel Volta. *JCAE (Journal of Chemistry and Education)*, *4*(3), 101-107.
- Indarwati, Syamsurijal, & Firdaus. (2021). Implementasi Pendekatan STEM Pada Mata Pelajaran Komputer dan Jaringan Dasar Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa SMK Negeri 2 Baras Mamuju Utara. *Jurnal MediaTIK : Jurnal Media Pendidikan Teknik Informatika Dan Komputer*, *4*(1), 23-29.
- Lestari, K. E., 1989- (pengarang); Mokhammad Ridwan Yudhanegara, 1986- (pengarang); Anna (editor). (2018). Penelitian pendidikan matematika : panduan praktis menyusun skripsi, tesis, dan laporan penelitian dengan pendekatan kuantitatif, kualitatif, dan kombinasi disertai dengan model pembelajaran dan kemampuan matematis / Karunia Eka Lestari, M.Pd. , Mokhammad Ridwan Yudhanegara, M.Pd. ; editor, Anna. Bandung ;; ©2015: Refika Aditama,.
- Koyunlu Ünlü, Z., & Dökme, İ. (2022). A systematic review of 5E model in science education: proposing a skill-based STEM instructional model within the 21-st century skills. *International Journal of Science Education*, *44*(13), 2110-2130.
- Kumpas-Lenk, K., Eisenschmidt, E., & Veispak, A. (2018). Does the design of learning outcomes matter from students' perspective?. *Studies in Educational Evaluation*, *59*, 179-186.
- Kusumaningtyas, D. A., Jumadi, M. P., Istiyono, E., & Abadi, P. V. V. (2020). Buku Panduan Mahasiswa untuk Pembelajaran STEM ISCIT.
- Marin, L. (2020). Ethical reflection or critical thinking? Overlapping competencies in engineering ethics education. *Engaging Engineering Education: Book of Abstracts*, 1354-1358.
- Pasquinelli, E., Farina, M., Bedel, A., & Casati, R. (2021). Naturalizing critical thinking: consequences for education, blueprint for future research in cognitive science. *Mind, Brain, and Education*, *15*(2), 168-176.
- Sandi, G. (2021). Pengaruh pendekatan STEM untuk meningkatkan pemahaman konsep elektroplating, keterampilan berpikir kritis dan bekerja sama. *Indonesian Journal of Educational Development*, *1*(4), 579-585.
- Sugiyono. (2019). *Metode penelitian pendidikan: kuantitatif, kualitatif, kombinasi, R&D dan penelitian tindakan / Prof. Dr. Sugiyono*. Bandung: Alfabeta.
- Supit, D., Melianti, M., Lasut, E. M. M., & Tumbel, N. J. (2023). Gaya Belajar Visual, Auditori, Kinestetik terhadap Hasil Belajar Siswa. *Journal on Education*, *5*(3), 6994-7003.

Surani, D. (2019, May). Studi literatur: Peran teknolog pendidikan dalam pendidikan 4.0. In *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan FKIP* (Vol. 2, No. 1, pp. 456-469).

Sutrisno, M. (2020). *Meningkatkan Minat Dan Hasil Belajar Tik Materi Topologi Jaringan Dengan Media Pembelajaran*. Ahlimedia Book.

